

PATENT APPLICATION COVER SHEET  
Attorney Docket No. 2322.70253

*I hereby certify that this paper is being deposited with the United States Postal Service as Express Mail in an envelope addressed to: Mail Stop Patent Application, Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450 on this date.*

April 14, 2004  
Date

  
Express Mail No.: EV032702637US

DEVICE AND METHOD FOR THE  
DETERMINATION OF SURFACE PROPERTIES

Inventor: Peter Schwarz

GREER, BURNS & CRAIN, LTD.  
300 South Wacker Drive, Suite 2500  
Chicago, Illinois 60606  
Telephone: (312) 360-0080  
CUSTOMER NO. 24978

---

## Vorrichtung und Verfahren zur Bestimmung von Oberflächeneigenschaften

---

### Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Bestimmung von Oberflächeneigenschaften.

Die Beschaffenheit der sichtbaren Oberflächen ist eine wesentliche Eigenschaft von Gegenständen des täglichen Lebens, wie beispielsweise Einrichtungsgegenständen und Gebrauchsgegenständen, wie Autos und dergleichen, und bestimmt maßgeblich deren Gesamteindruck auf den menschlichen Betrachter. Ein Beispiel hierfür sind Hochglanz- oder Metalllackierungen von Fahrzeugkarosserien. Zur reproduzierbaren Bewertung der Qualität von Oberflächen insbesondere dieser Hochglanzlackierungen sind Messgeräte erforderlich, die gerade jene physikalischen Größen erfassen, welche den Gesamteindruck auf den menschlichen Betrachter in entscheidender Weise bestimmen. Im Stand der Technik sind verschiedene Verfahren und Vorrichtungen bekannt, mit denen die visuellen Eigenschaften und speziell das Reflektionsverhalten von Oberflächen bestimmt werden können.

Ein Nachteil dieser Messapparaturen ist, dass sie im wesentlichen kollimiertes Licht, das heißt gerichtete parallele Lichtbündel, verwenden, um das Reflektions- bzw. Streuverhalten des zu überprüfenden Objekts zu bestimmen. Zwar sind solche Apparaturen in der Lage, das Reflektionsverhalten von beispielsweise lackierten Karosserieteilen an wolkenlosen Tagen

zu simulieren, da hier das Sonnenlicht als im wesentlichen kollimiertes Licht aufgefasst werden kann.

Jedoch können insbesondere lackierte Oberflächen auch Eigenschaften aufweisen, deren Gesamteindruck auf den menschlichen Betrachter erst an Tagen mit bedecktem Himmel in Erscheinung treten, da dann die zu untersuchende Oberfläche aus einer Vielzahl von Richtungen durch das von den Wolken gestreute, das heißt nicht kollimierte bzw. diffuse Licht getroffen wird. Das Problem ist also, dass der sich dem menschlichen Betrachter in Wirklichkeit bietende Eindruck der Oberfläche durch die Beleuchtungsart d.h. die Beleuchtung mit kollimiertem und/oder nicht kollimiertem Licht bzw. aus deren Zusammenspiel entsteht.

Es ist deshalb die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Vorrichtung und ein Verfahren der eingangs genannten Art zur Verfügung zu stellen, das eine reproduzierbare Bewertung des Gesamteindrucks von Oberflächen unter insbesondere aber nicht ausschließlich hinsichtlich des Kollimierungsgrads definierten Lichtverhältnissen bzw. Beleuchtungsarten ermöglicht.

Dabei kann die Vorrichtung insbesondere auch die Reflektionseigenschaften einer zu bewertenden Oberfläche unter der Wirkung nicht kollimierten, das heißt in der Regel gestreuten bzw. diffusen Lichts erfassen.

Unter Oberflächeneigenschaften bzw. Eigenschaften einer strukturierten Oberfläche werden im Rahmen der Erfindung insbesondere jene physikalischen Eigenschaften einer Oberfläche verstanden werden, die das Aussehen einer Oberfläche für den menschlichen Betrachter bestimmen. Hierunter fallen vor allem Eigenschaften wie Makro- und Mikrostruktur, Topographie, Farbe, Farbort, Helligkeit der Farbe, Glanz, Abbildungsschärfe (englisch: DOI), Glanzschleier, Oberflächentexturen und Oberflächenwelligkeiten (englisch: orange peel) etc.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Vorrichtung gelöst, wie sie in Anspruch 1 definiert ist. Das erfindungsgemäße Verfahren ist Gegenstand des Anspruchs 26. Bevorzugte Ausführungsformen sind Gegenstand der Unteransprüche.

Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird mit einer ersten Strahlungseinrichtung mit wenigstens einer Strahlungsquelle in wesentlichen kollimierte Strahlung unter einem vorbestimmten Winkel auf die Messfläche gerichtet. Bevorzugt ist dieser vorbestimmte Winkel veränderbar.

Zudem ist bei der Vorrichtung wenigstens eine zweite Strahlungseinrichtung mit wenigstens einer Strahlungsquelle vorgesehen, welche im wesentlichen nicht kollimierte Strahlung auf die Messfläche strahlt.

Ferner weist die erfindungsgemäße Vorrichtung wenigstens eine Strahlungsdetektoreinrichtung auf, welche wenigstens einen Teil der von der Messfläche reflektierten und/oder gestreuten Strahlung erfasst und wenigstens ein Messsignal ausgibt, das für die reflektierte und/oder gestreute Strahlung charakteristisch ist. Die Strahlungsdetektoreinrichtung kann auch eine Einrichtung aufweisen, welche geeignet ist, die auftreffende Strahlung in Abhängigkeit ihrer Wellenlänge zu detektieren. So kann beispielsweise ein Monochromator vorgesehen sein oder allgemein wenigstens ein dispersives Element wie Transmissions- oder Reflexionsgitter oder dergleichen. Bevorzugt ist der Winkel gebildet von einer geometrischen Verbindungsachse zwischen der Strahlungsdetektoreinrichtung und der geometrischen Mitte der Messfläche sowie der Projektion dieser Verbindungsachse auf die Messfläche veränderbar, wobei der Abstand der Strahlungsdetektoreinrichtung zur Messfläche bevorzugt im wesentlichen gleich bleibt. Die erfindungsgemäße Vorrichtung zeichnet sich dadurch aus, dass der Raum über der Messfläche im wesentlichen strahlungsabsorbierende Eigenschaften aufweist,

wodurch die von der Strahlungsdetektoreinrichtung aufgenommene reflektierte und/oder gestreute Strahlung im wesentlichen lediglich die Strahlung ist, die an der zu untersuchenden Oberfläche gestreut und/oder reflektiert wird. Ansonsten mögliche Mehrfachreflektionen oder -streuungen würden eine Interpretation der von der Strahlungssensoren bestimmten Messsignale zur Charakterisierung der Oberfläche entscheidend verkomplizieren. Daneben sollte auch verhindert werden, dass von der Messfläche reflektiertes bzw. gestreutes Licht durch den Raum über der Messfläche reflektiert wird und wiederum insbesondere als nicht kollimiertes Licht auf die Messfläche gelangt. Entsprechende Ausführungsformen, die über vorgesehene Prozessoreinrichtungen rechentechnisch den Einfluss solcher Effekte eliminieren können, sind jedoch auch denkbar.

Der Begriff "Raum" kann hierbei sowohl eine körperliche räumliche Abgrenzung der Messfläche gegen die Umgebung aufweisen, als auch lediglich all jene erfindungsgemäßen Vorrichtungen bezeichnen, die über der Messfläche angeordnet sind.

In einer bevorzugten Weiterbildung der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist der Winkel, der von einer ersten geometrischen Verbindungsachse zwischen wenigstens einer Strahlungsdetektoreinrichtung und der geometrischen Mitte der Messfläche sowie der Projektion dieser ersten Verbindungsachse auf die Messfläche gebildet wird, sowie bevorzugt auch jener Winkel, den eine zweite geometrische Verbindungsachse zwischen einer ersten Strahlungseinrichtung und der geometrischen Mitte der Messfläche mit der Projektion dieser zweiten Verbindungsachse auf die Messfläche bildet, veränderbar.

Es ist bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung bevorzugt, den Abstand zwischen erster Strahlungseinrichtung und Messfläche hinreichend klein zu halten, um hierdurch eine kleinbauende Form zu ermöglichen, so dass die Vorrichtung auch beispielsweise als Handgerät ausgeführt werden kann. Bevorzugt

ist dieser Abstand zwischen 1 cm und 30 cm, bevorzugt zwischen 2 cm und 20 cm, besonders bevorzugt zwischen 2 cm und 7 cm.

In einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ist eine Vielzahl von zweiten Strahlungseinrichtungen vorgesehen, um eine besonders vorteilhafte gleichmäßige nicht kollimierte Bestrahlung zu erzielen.

In einer bevorzugten Weiterbildung der erfindungsgemäßen Vorrichtung weist die wenigstens eine zweite Strahlungseinrichtung wenigstens eine Strahlungsstreuungseinrichtung auf, welche die Strahlung der einen oder mehreren Strahlungsquellen der zweiten Strahlungseinrichtung wenigstens zum Teil in beliebigen Richtungen auf die Messfläche streut.

Die streuenden Elemente der Strahlungsstreuungseinrichtung können dabei bevorzugt Strahlungsstreuungsscheiben, Mattglasscheiben, Diffusorfolien und dergleichen sein.

Zur Erzielung der Streuwirkung ist die wirksame Streufläche der Strahlungsstreuungseinrichtung, das heißt, derjenige Teil der Strahlungsstreuungseinrichtung, auf welchen die Strahlung von den Strahlungsquellen der zweiten Strahlungseinrichtung trifft und hiervon gestreut wird, hinsichtlich einer geometrischen Verbindungsachse zwischen der Strahlungseinrichtung und der geometrischen Mitte der Messfläche in einem bestimmten Winkel angeordnet. Dieser Streuflächenwinkel liegt zwischen 0 Grad und 90 Grad, bevorzugt zwischen 30 Grad und 90 Grad, besonders bevorzugt zwischen 75 Grad und 90 Grad.

In einer bevorzugten Weiterbildung der erfindungsgemäßen Vorrichtung kann die räumliche Ausrichtung und Lage der Streuflächen wenigstens einer Strahlungsstreuungseinrichtung hinsichtlich der geometrischen Verbindungsachse zwischen der Strahlungsstreuungseinrichtung und der geometrischen Mitte der Messfläche durch entsprechende Vorrichtungen verändert werden.

In einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind die wenigstens eine erste und wenigstens eine zweite Strahlungseinrichtung in einem Gehäuse über der Messfläche angeordnet. Auf diese Weise kann beispielsweise der Einfluss tageslichtbedingter Störstrahlung vermieden werden.

Bevorzugt weist der im Inneren des Gehäuses liegende Raum im wesentlichen strahlungsabsorbierende Eigenschaften auf.

In einer bevorzugten Weiterbildung der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist das Gehäuse derart im wesentlichen strahlungsdicht, bevorzugt lichtdicht, ausgeführt, dass in das Gehäuse im wesentlichen keine Strahlung eintreten kann, die nicht von der Messfläche gestreut und/oder reflektiert wurde.

In einer weiteren bevorzugten Weiterbildung der Erfindung sind wenigstens die zweiten Strahlungseinrichtungen auf einer geometrischen Kugelfläche oder der geometrischen Fläche eines Rotationsellipsoids über der Messfläche vorzugsweise gleichmäßig verteilt angeordnet, um hierdurch eine bevorzugte gleichmäßige Bestrahlung der Messfläche zu bewirken.

In einer Weiterbildung der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist es bevorzugt, wenigstens eine Strahlungsquelle in wenigstens einem Strahlungsparameter, wie beispielsweise Strahlungsintensität, Wellenlänge der Strahlung, Strahlungspolarisationsrichtung, zeitliche Strahlungsintensitätsmodulation und dergleichen zu verändern.

In einer weiteren bevorzugten Weiterbildung der Vorrichtung sind wenigstens zwei Strahlungsquellen in wenigstens einem Strahlungsparameter unabhängig voneinander veränderbar.

Bevorzugt sind die Strahlungsquellen der erfindungsgemäßen Vorrichtung einer Gruppe von Strahlungsquellen entnommen, die thermische Strahlungsquellen, hierbei insbesondere - aber nicht ausschließlich - Glühlampen, Halogenlampen, weiterhin kohärente

und nicht kohärente Halbleiterstrahlungsquellen, Gasentladungsstrahlungsquellen, Laser sowie dergleichen aufweist.

In einer weiteren bevorzugten Weiterbildung der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind wenigstens zwei, vorzugsweise drei oder mehr Strahlungsquellen und/oder Strahlungsdetektoreinrichtungen derart gestaltet, dass sie sich in ihrer spektralen Charakteristik unterscheiden, d.h. sie ein unterschiedliches wellenlängenspezifisches Strahlungsemissionsverhalten bzw. Ansprechverhalten auf Strahlung unterschiedlicher Wellenlänge aufweisen.

In einer bevorzugten Weiterbildung der erfindungsgemäßen Vorrichtung erfolgt die Kollimierung der Strahlung der wenigstens einen ersten Strahlungseinrichtung, das heißt, die Erzeugung eines parallelen Strahlungsbündels durch wenigstens eine Strahlungslenkeinrichtung.

Als bevorzugte Strahlungslenkeinrichtungen können insbesondere im Falle der Verwendung von Licht Linsenelemente, Mikrolinsenelemente, Mikrolinsenarrays, beugende Elemente, Spiegelemente, insbesondere - aber nicht ausschließlich - Hohlspiegel, Gitterelemente, Volumengitterelemente, holografische Elemente und dergleichen verwendet werden.

Weiterhin ist es bevorzugt, die kollimierten Strahlungsbündel der ersten Strahlungseinrichtungen durch eine Blendeneinrichtung, wie bevorzugt aber nicht ausschließlich Lochblenden, in ihrer Ausdehnung verändern zu können.

Bevorzugt ist diese Vorrichtung relativ zur Messfläche derart beweglich, dass der Abstand der Strahlungseinrichtungen zur Messfläche im wesentlichen gleich bleibt, wodurch in vorteilhafter Weise die Oberflächeneigenschaften verschiedener Teile einer größeren Messfläche durch die Erfassung der entsprechenden Messsignale mit einer einzigen Vorrichtung charakterisiert werden können.



In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist wenigstens eine Wegstrecken-Messeinrichtung vorgesehen, welche wenigstens ein Messsignal ausgibt, das für den zurückgelegten Weg der Relativbewegung zwischen der erfindungsgemäßen Vorrichtung und der Messfläche charakteristisch ist.

Dabei kann wenigstens eine Wegstrecken-Messeinrichtung bevorzugt innerhalb oder außerhalb des Gehäuses angeordnet sein.

In einer weiteren bevorzugten erfindungsgemäßen Weiterbildung der Vorrichtung ist wenigstens eine Schichtdicken-Messeinrichtung zur Bestimmung der Beschichtungsdicke der zu prüfenden Oberfläche vorgesehen, welche wenigstens einen Schichtdickensensor aufweist, der ein Messsignal ausgibt, welches für die zu bestimmende Schichtdicke repräsentativ ist, wobei der Schichtdickensensor einer Gruppe von Schichtdickensensoren entnommen ist, die je nach Material der zu untersuchenden Oberfläche, magnetische Flussdichtesensoren, Wirbelstromsensoren, Ultraschallsensoren, mechanische Dickesensoren und dergleichen aufweist.

Auf diese Weise kann zusätzlich zu den Reflektions- und Streueigenschaften der zu untersuchenden Oberfläche diese auch durch die Messung der Dicke einer eventuell vorhandenen Beschichtung charakterisiert werden.

Dabei kann wenigstens eine Schichtdicken-Messeinrichtung bevorzugt innerhalb und/oder außerhalb eines vorhandenen Gehäuses angeordnet sein.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist die erfindungsgemäße Vorrichtung wenigstens eine Prozessoreinrichtung sowie eine Speichereinrichtung auf, welche eine Zuordnung der Messsignale der Strahlungsdetektoreinrichtung und/oder der Messsignale der Wegstrecken-Messeinrichtung und/oder der Schichtdicken-

Messeinrichtung zu bestimmten Orten, insbesondere - aber nicht ausschließlich - dem jeweils gleichen Ort der Messfläche ermöglichen. Hierzu ist es bevorzugt, dass beispielsweise zu Beginn der Messungen z.B. beim Aufsetzen der erfindungsgemäßen Vorrichtung auf die Messfläche ein Referenzpunkt, bevorzugt automatisch durch einen entsprechenden Schalter, festgelegt wird und dessen charakteristische Ortskoordinaten in der Speichereinrichtung gespeichert werden.

Dies ist insbesondere dann von Vorteil, wenn die zu einem bestimmten Zeitpunkt durch die von verschiedenen Messeinrichtungen zu überprüfenden Teile der Messfläche räumlich voneinander getrennt sind, so dass bei einer eventuell gewünschten Korrelation der jeweiligen Messsignale eine Zwischenspeicherung derselben und nachträgliche Zuordnung zueinander und zum jeweils zugehörigen Ort auf der Messfläche ermöglicht wird.

Die Aufgabe wird ferner durch ein Verfahren zur quantifizierten Bestimmung von Oberflächeneigenschaften gelöst.

Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass wenigstens eine erste Strahlungseinrichtung nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche und wenigstens eine zweite Strahlungseinrichtung nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche wenigstens einen Teil der Strahlung ihrer wenigstens einen Strahlungsquelle auf die Messfläche strahlt und wenigstens eine vorgesehene Strahlungsdetektoreinrichtung wenigstens einen Teil der von der Messfläche reflektierten und/oder gestreuten Strahlung aufnimmt und wenigstens ein Messsignal ausgibt, das für die reflektierte und/oder gestreute Strahlung charakteristisch ist, sowie wenigstens eine Steuereinrichtung vorgesehen ist, welche die Erfassung der Messsignale der Strahlungsdetektoreinrichtung steuert, sowie wenigstens eine Ausgabereinrichtung vorgesehen ist, welche das wenigstens eine Messergebnis ausgibt.

In einer bevorzugten Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist wenigstens eine Prozessoreinrichtung vorgesehen, welche die Messsignale auswertet und daraus wenigstens eine Kennzahl ableitet, welche die Eigenschaften der Messfläche charakterisiert und welche auf wenigstens einer Ausgabereinrichtung ausgegeben werden kann.

Eine bevorzugte Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eine Steuereinrichtung vorgesehen ist, welche die Erfassung der Messsignale der Strahlungsdetektoreinrichtung und/oder der Wegstrecken-Messeinrichtung und/oder der Schichtdicken-Messeinrichtung steuert und in wenigstens einer vorgesehenen Speichereinrichtung speichert.

In einer bevorzugten Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die Strahlung der zweiten Strahlungseinrichtungen im wesentlichen nur einmal von der Messfläche und/oder einer dazu im wesentlichen parallelen Fläche reflektiert und/oder gestreut.

Weitere Vorteile, Merkmale und Anwendungsmöglichkeiten der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen im Zusammenhang mit den Zeichnungen.

Darin zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines ersten Ausführungsbeispiels gemäß der vorliegenden Erfindung; und

Fig. 2 ein weiteres Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

Die in Fig. 1 schematisch dargestellte Vorrichtung zur Bestimmung von Oberflächeneigenschaften weist ein halbkugelförmiges Gehäuse 1 auf, in welchem eine erste

Strahlungseinrichtung 2 in einem bestimmten Winkel  $\alpha$  bzgl. der Messfläche 7 angeordnet ist.

Bei der Strahlung handelt es sich in diesem Ausführungsbeispiel um für das menschliche Auge sichtbares Licht. Entsprechend der erfindungsgemäßen Vorrichtung, kann jedoch auch die Verwendung von Strahlung anderer Wellenlängen, wie Infrarot- oder UV-Strahlung sinnvoll und vorteilhaft sein.

In der Strahlungseinrichtung 2 sind - schematisch angedeutet - drei Lichtquellen 3 angeordnet, eine Blende 4 und eine Linseneinrichtung 5. Das von einer der Lichtquellen 3 ausgestrahlte Licht wird in seiner Apertur durch die Blende 4 begrenzt und von der Linseneinrichtung 5 kollimiert, das heißt, im wesentlichen parallel gebündelt und trifft durch die Öffnung 6 auf die zu untersuchende Messfläche 7 auf.

Von der Messfläche 7 wird zumindest ein Teil des Lichts reflektiert und tritt in die, , Strahlungsdetektoreinrichtung 8 ein, welche ebenfalls eine Linse 9, eine Blende 10, einen Filter 11 und den Lichtsensor 12 aufweist. Die Strahlungsdetektoreinrichtung kann unter dem im wesentlichen gleichen Winkel  $\alpha$  wie die erste Strahlungseinrichtung 2 hinsichtlich der Messfläche 7 angeordnet sein, ist jedoch bevorzugt unter einem hiervon abweichenden Winkel  $\beta$  angeordnet.

Weiterhin sind in dem Gehäuse 1 vier zweite Strahlungseinrichtungen 19 im Sinne der erfindungsgemäßen Vorrichtung angeordnet, wie zum Beispiel die Strahlungseinrichtung 19 mit der Strahlungsquelle 14, deren Licht im wesentlichen auf die Streuscheibe 20 fällt und von dieser in beliebigen Richtungen, das heißt nicht kollimiert, auf die Messfläche 7 gestreut wird. Der hierdurch entstehende Lichtkegel nicht kollimierten Lichts ist mit 15 bezeichnet.

Es ist schematisch angedeutet, dass die zweiten Strahlungseinrichtungen 19 in einer bestimmten Weise in dem halbkugelförmigen Gehäuse 1 angeordnet sind, vorzugsweise

derart, dass sich eine möglichst gleichmäßige Bestrahlung der Messfläche mit nicht kollimiertem Licht ergibt. Die Strahlungseinrichtungen 19 sind nicht nur der in Fig. 1 dargestellten Ebene sondern auch räumlich verteilt angeordnet.

Die Streueinrichtung in Form der Streuscheibe 20 ist hinsichtlich einer geometrischen Verbindungsachse zwischen der zweiten Strahlungseinrichtung 19 und der geometrischen Mitte der Messfläche 7 in einem vorbestimmten Winkel angeordnet, der zur Erzielung einer geeigneten Streuwirkung zwischen 0 Grad und 90 Grad liegt, jedoch vorzugsweise nicht zwingend genau 90 Grad betragen muss.

Anhand der zweiten Bestrahlungsquelle 19' und der entsprechenden Streuscheibe 20' ist schematisch angedeutet, dass dieser Winkel veränderbar ist. Die in Fig. 1 dargestellte Ausführungsform ist weiterhin über die schematisch dargestellten Räder 21 und 22 im wesentlichen derart über der Messfläche beweglich, dass der Abstand zwischen den Strahlungseinrichtungen 2 und 19 sowie der Strahlungsdetektoreinrichtung 8 einerseits und der Messfläche 7 andererseits im wesentlichen konstant bleibt.

Darüber hinaus weist die Ausführungsform nach Fig. 1 eine Wegstrecken-Messeinrichtung auf, die im Ausführungsbeispiel durch den am Rad 21 angeordneten Drehwinkelmeßgeber 23 gebildet wird. Die erfindungsgemäße Vorrichtung weist weiterhin eine (nicht dargestellte) Steuereinrichtung auf, welche die Erfassung der Messsignale der Strahlungsdetektoreinrichtung steuert sowie eine ebenfalls nicht dargestellte Anzeigeeinrichtung, durch welche die Messwerte ausgegeben werden können.

Das Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 ist so konzipiert, dass die Strahlungs- bzw. hier Fotodetektoreinrichtung 8 auch zumindest einen Teil des von der Messfläche gestreuten, nicht kollimierten Lichts der zweiten Strahlungseinrichtungen 19 erfasst und daraus durch eine nicht dargestellte

Prozessoreinrichtung einen für die Messfläche charakteristischen Kennwert ableiten kann.

Das Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 weist darüber hinaus auch eine Schichtdicken-Messeinrichtung 24 zur Bestimmung der Beschichtungsdicke der zu untersuchenden Messfläche auf, deren Schichtdickensensor ein Messsignal ausgibt, welches für die zu bestimmende Schichtdicke repräsentativ ist.

Diese Schichtdicken-Messeinrichtung kann wenigstens teilweise innerhalb des Gehäuses sowie (gestrichelt dargestellt) außerhalb des Gehäuses angeordnet sein. In einer bevorzugten Ausführungsform handelt es sich bei der Schichtdicken-Messeinrichtung um eine Sonde, die in Berührungskontakt mit der Messfläche steht. Im Gegensatz zu der in Fig. 1 gezeigten Ausführungsform ist die Strahlungsdetektoreinrichtung 8 senkrecht über der Messfläche 7 angeordnet.

Zudem ist in dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 eine (nicht dargestellte) Prozessoreinrichtung mit einer Speichereinrichtung vorgesehen, welche beispielsweise eine Zuordnung der Messsignale der Strahlungsdetektoreinrichtung und/oder der Schichtdicken-Messeinrichtung zum insbesondere aber nicht ausschließlich jeweils gleichen Ort der Messfläche ermöglichen.

## Ansprüche

1. Vorrichtung zur Bestimmung von Oberflächeneigenschaften mit:

wenigstens einer ersten Strahlungseinrichtung mit wenigstens einer Strahlungsquelle, welche im wesentlichen kollimierte Strahlung unter einem vorbestimmten Winkel auf die Messfläche richtet;

wenigstens einer zweiten Strahlungseinrichtung mit wenigstens einer Strahlungsquelle, welche im wesentlichen nicht kollimierte Strahlung auf die Messfläche wirft;

wenigstens einer Strahlungsdetektoreinrichtung, welche wenigstens einen Teil der von der Messfläche reflektierten und/oder gestreuten Strahlung aufnimmt und wenigstens ein Messsignal ausgibt, das für die reflektierte und/oder gestreute Strahlung charakteristisch ist,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

der Raum über der Messfläche im wesentlichen strahlungsabsorbierende Eigenschaften aufweist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

der Winkel, der von einer ersten geometrischen Verbindungsachse zwischen der wenigstens einen Strahlungsdetektoreinrichtung und der geometrischen Mitte der Messfläche sowie der Projektion dieser ersten

Verbindungsachse auf die Messfläche gebildet wird, bevorzugt auch jener Winkel, den eine zweite geometrische Verbindungsachse zwischen der wenigstens einen ersten Strahlungseinrichtung und der geometrischen Mitte der Messfläche mit der Projektion dieser zweiten Verbindungsachse auf die Messfläche bildet, veränderbar sind.

3. Vorrichtung, insbesondere nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

der Abstand der ersten Strahlungseinrichtung zur Messfläche zwischen 1 cm und 30 cm, bevorzugt zwischen 2 cm und 20 cm, besonders bevorzugt zwischen 2 cm und 7 cm liegt.

4. Vorrichtung, insbesondere nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

die im wesentlichen nicht kollimierte Strahlung durch eine Vielzahl von zweiten Strahlungseinrichtungen auf die Messfläche gestrahlt wird.

5. Vorrichtung, insbesondere nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

die wenigstens eine zweite Strahlungseinrichtung wenigstens eine Strahlungsstreuungseinrichtung aufweist.

6. Vorrichtung, insbesondere nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche,



dadurch gekennzeichnet, dass

wenigstens eine Strahlungsstreuungseinrichtung einer Gruppe von Strahlungsstreuungseinrichtung entnommen ist, welche Strahlungstreuscheiben, Mattglasscheiben, Diffusorfolien und dergleichen aufweist.

7. Vorrichtung, insbesondere nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Streufläche der wenigstens einen Strahlungsstreuungseinrichtung hinsichtlich einer geometrischen Verbindungsachse zwischen der Strahlungseinrichtung und der geometrischen Mitte der Messfläche in einem vorgegebenen Streuflächenwinkel angeordnet ist und dieser Winkel zwischen 0 Grad und 90 Grad, bevorzugt zwischen 30 Grad und 90 Grad, besonders bevorzugt zwischen 75 Grad und 90 Grad liegt.

8. Vorrichtung, insbesondere nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

die räumliche Ausrichtung und Lage der Streufläche wenigstens einer Strahlungsstreuungseinrichtung hinsichtlich der geometrischen Verbindungsachse zwischen der Strahlungseinrichtung und der geometrische Mitte der Messfläche veränderbar ist.

9. Vorrichtung, insbesondere nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

die wenigstens eine erste und wenigstens eine zweite

Strahlungseinrichtung in einem Gehäuse über der Messfläche angeordnet sind.

10. Vorrichtung, insbesondere nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

der im Inneren des Gehäuses liegende Raum im wesentlichen strahlungsabsorbierende Eigenschaften aufweist.

11. Vorrichtung, insbesondere nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

das Gehäuse derart im wesentlichen strahlungsdicht, bevorzugt lichtdicht, ausgeführt ist, dass in das Gehäuse im wesentlichen keine Strahlung eintreten kann, die nicht von der Messfläche gestreut und/oder reflektiert wurde.

12. Vorrichtung, insbesondere nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

die zweiten Strahlungseinrichtungen auf einer geometrischen Kugelfläche oder der geometrischen Fläche eines Rotationsellipsoids über der Messfläche angeordnet sind.

13. Vorrichtung, insbesondere nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

wenigstens eine Strahlungsquelle in wenigstens einem Strahlungsparameter veränderbar ist, welcher einer Gruppe

entnommen ist, die die Strahlungsintensität, Wellenlänge der Strahlung, Strahlungspolarisationsrichtung, zeitliche Strahlungsintensitätsmodulation und dergleichen aufweist.

14. Vorrichtung, insbesondere nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

wenigstens zwei Strahlungsquellen in wenigstens einem Strahlungsparameter unabhängig voneinander veränderbar sind.

15. Vorrichtung, insbesondere nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

wenigstens eine Strahlungsquelle einer Gruppe von Strahlungsquellen entnommen ist, welche thermische Strahlungsquellen, wie insbesondere aber nicht ausschließlich Glühlampen, Halogenlampen, kohärente und nichtkohärente Halbleiterstrahlungsquellen, Gasentladungsstrahlungsquellen, Laser sowie dergleichen aufweist.

16. Vorrichtung, insbesondere nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

wenigstens zwei Strahlungsquellen und/oder Strahlungsdetektoren unterschiedliche spektrale Strahlungscharakteristiken aufweisen.

17. Vorrichtung, insbesondere nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Kollimierung der Strahlung der ersten Strahlungseinrichtung durch wenigstens eine Strahlungslenkeinrichtung erfolgt.

18. Vorrichtung, insbesondere nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

wenigstens eine Strahlungslenkeinrichtung wenigstens ein Strahlungslenkelement aufweist, welches einer Gruppe von Strahlungslenkelementen entnommen ist, welche Linsenelemente, Mikrolinsenelemente, Mikrolinsenarrays, beugende Elemente, Spiegelemente, insbesondere aber nicht ausschließlich Parabolspiegel, Gitterelemente, Volumengitterelemente, holographische Elemente und dergleichen aufweist.

19. Vorrichtung, insbesondere nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

die erste Strahlungseinrichtung wenigstens eine Blendeneinrichtung, wie bevorzugt aber nicht ausschließlich Lochblenden, aufweist, welche im Strahlengang angeordnet ist.

20. Vorrichtung, insbesondere nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Vorrichtung relativ zur Messfläche derart beweglich ist, dass der Abstand zwischen den Strahlungseinrichtungen und der Messfläche im wesentlichen unverändert bleibt.

21. Vorrichtung, insbesondere nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

wenigstens eine Wegstrecken-Messeinrichtung vorgesehen ist, welche wenigstens ein Messsignal ausgibt, das für den zurückgelegten Weg der Relativbewegung zwischen Vorrichtung und Messfläche charakteristisch ist.

22. Vorrichtung, insbesondere nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

wenigstens eine Wegstrecken-Messeinrichtung innerhalb und/oder außerhalb des Gehäuses angeordnet ist.

23. Vorrichtung, insbesondere nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

wenigstens eine Schichtdicken-Messeinrichtung zur Bestimmung der Beschichtungsdicke der zu untersuchenden Messfläche vorgesehen ist, welche wenigstens einen Schichtdickensensor aufweist, der ein Messsignal ausgibt, welches für die zu bestimmende Schichtdicke repräsentativ ist.

24. Vorrichtung, insbesondere nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

wenigstens eine Schichtdicken-Messeinrichtung innerhalb und/oder außerhalb des Gehäuses angeordnet ist.

25. Vorrichtung, insbesondere nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

wenigstens eine Prozessoreinrichtung sowie eine Speichereinrichtung vorgesehen ist, welche eine Zuordnung der Messsignale der Strahlungsdetektoreinrichtung und/oder der Messsignale der Wegstrecken-Messeinrichtung und/oder der Schichtdicken-Messeinrichtung zu bestimmten Orten insbesondere, aber nicht ausschließlich dem jeweils gleichen Ort der Messfläche ermöglichen.

26. Verfahren zur Bestimmung von Oberflächeneigenschaften, insbesondere unter Verwendung einer Vorrichtung gemäß wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

wenigstens eine erste Strahlungseinrichtung nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche und

wenigstens eine zweite Strahlungseinrichtung nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche wenigstens einen Teil der Strahlung ihrer wenigstens einen Strahlungsquelle auf die Messfläche strahlt und

wenigstens eine vorgesehene Strahlungsdetektoreinrichtung wenigstens einen Teil der von der Messfläche reflektierten und/oder gestreuten Strahlung aufnimmt und wenigstens ein Messsignal ausgibt, das für die reflektierte Strahlung charakteristisch ist,

sowie wenigstens eine Steuereinrichtung vorgesehen ist, welche die Erfassung der Messsignale der Strahlungsdetektoreinrichtung steuert,

sowie wenigstens eine Ausgabeeinrichtung vorgesehen ist, welche das wenigstens eine Messergebnis ausgibt.

27. Verfahren nach Anspruch 26,

dadurch gekennzeichnet, dass

wenigstens eine Prozessoreinrichtung vorgesehen ist, welche die Messsignale auswertet und daraus wenigstens eine Kennzahl ableitet, welche die Eigenschaften der Messfläche charakterisiert und welche auf wenigstens einer Ausgabeeinrichtung ausgegeben werden kann.

28. Verfahren, insbesondere nach wenigstens einem der Ansprüche 26 und 27,

dadurch gekennzeichnet, dass

wenigstens eine Steuereinrichtung vorgesehen ist, welche die Erfassung der Messsignale der Strahlungsdetektoreinrichtung und/oder der Wegstrecken-Messeinrichtung und/oder der Schichtdicken-Messeinrichtung steuert und in wenigstens einer vorgesehenen Speichereinrichtung speichert.

29. Verfahren, insbesondere nach wenigstens einem der Ansprüche 26, 27 und 28,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Strahlung der zweiten Strahlungseinrichtungen im wesentlichen nur einmal von der Messfläche und/oder einer dazu im wesentlichen parallelen Fläche reflektiert und/oder gestreut wird.

### Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Bestimmung von Oberflächeneigenschaften mit wenigstens einer ersten Strahlungseinrichtung zur kollimierten Bestrahlung einer zu untersuchenden Messfläche sowie wenigstens einer zweiten Strahlungseinrichtung zur Bestrahlung dieser Messfläche mit nicht kollimierter Strahlung, wobei der Raum über der Messfläche im wesentlichen strahlungsabsorbierende Eigenschaften aufweist.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung weist darüber hinaus wenigstens eine Strahlungsdetektoreinrichtung auf, welche wenigstens einen Teil der von der zu untersuchenden Oberfläche reflektierten und/oder gestreuten Strahlung erfasst und wenigstens ein Messsignal ausgibt, das für die reflektierte und/oder gestreute Strahlung charakteristisch ist.

Fig. 1